

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

20.10.2004

EP04/7462



REC'D 09 NOV 2004	
WIPO	PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 31 730.9

Anmeldetag: 11. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Endress + Hauser GmbH + Co KG,  
79689 Maulburg/DE

Bezeichnung: Feldgerät zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozessgröße

IPC: G 01 F, G 01 D, G 01 N

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Oktober 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*[Signature]*

Schmidt C.

## **Feldgerät zur Bestimmung und/oder Überwachung einer Prozessgröße**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Feldgerät zur Bestimmung und/oder  
5 Überwachung mindestens einer Prozessgröße eines Mediums in einem  
Behälter, mit mindestens einer mechanisch schwingfähigen Einheit, wobei die  
mechanisch schwingfähige Einheit über einen Prozessanschluss mit dem  
Behälter verbunden ist, und mit mindestens einer Antriebs-/Empfangseinheit,  
wobei die Antriebs-/Empfangseinheit die mechanisch schwingfähige Einheit zu  
10 Schwingungen anregt, bzw. wobei die Antriebs-/Empfangseinheit die  
Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit detektiert. Bei der  
Prozessgröße kann es sich beispielsweise um den Füllstand, die Dichte oder  
die Viskosität eines Mediums handeln.

15 Das Prinzip eines solchen Feldgerätes besteht darin, dass die Schwingung  
einer schwingfähigen Einheit davon abhängt, ob sie frei oder durch das  
Medium bedeckt schwingt – dies ist dann die Füllstandbestimmung – oder ob  
sich beispielsweise die Viskosität des Mediums ändert – dies ist dann z.B.  
eine Überwachung der Viskosität. Je nach Eigenschaft des Mediums oder  
20 generell ob Medium die schwingfähige Einheit bedeckt oder nicht,  
unterscheiden sich die Frequenzen und Amplituden der Schwingungen. Der  
Rückschluss aus einer Frequenzänderung erlaubt also beispielsweise bei der  
Verwendung als Füllstandssensor die Aussage, dass das Medium einen  
bestimmten Füllstand, der durch die Einbauposition bestimmt ist, über- oder  
25 unterschreitet. Gleiches gilt auch für die Amplitude.

Von der Anmelderin werden unter der Bezeichnung „Liquiphant“  
Schwinggabeln z.B. zur Füllstandsdetektion produziert und vertrieben. Der  
Vorteil der Schwinggabeln liegt darin, dass sich die Schwingungen der beiden  
30 Gabelzinken gerade kompensieren, so dass z.B. von der Schwinggabel keine  
Energie auf den Einspannungsbereich übertragen wird, auf den Bereich also,

an dem das Messgerät mit dem Behälter verbunden wird und in ihn hineinreicht. Für Anwendungsbereiche, bei denen sich beispielsweise Material zwischen den Zinken verklemmen kann, ist es interessant, sog. Einstäbe zu benutzen. Bei diesen fehlt die selbständige Kompensation der Kräfte und somit können Kräfte und Momente auf die Einspannung wirken.

Somit ist es Aufgabe der Erfindung, eine mechanisch schwingfähige Einheit eines Feldgerätes vorzustellen, deren Schwingungen möglichst keine Kräfte und Momente auf die Einspannung erzeugen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die mechanisch schwingfähige Einheit mindestens drei Schwingkörper aufweist, dass mindestens ein Schwingkörper an einem Einspannbereich mit dem Prozessanschluss verbunden ist, dass die drei Schwingkörper Schwingungen ausführen, die die Antriebs-/Empfangseinheit erzeugt bzw. detektiert, und dass die drei Schwingkörper derartig ausgestaltet und miteinander verbunden sind und dass der Einspannbereich derartig gewählt ist, dass eine näherungsweise definierte Übertragung von Reaktionskräften und Reaktionsmomenten zwischen der mechanisch schwingfähigen Einheit und dem Prozessanschluss stattfindet. Die Grundidee der Erfindung ist also, dass die mechanisch schwingfähige Einheit sich aus drei Schwingkörpern zusammensetzt. Zwei davon sind mit dem dritten Schwingkörper verbunden. Dies führt dazu, dass dementsprechend auch die Schwingungen miteinander direkt z.B. zwischen jeweils paarweise miteinander verbundenen Schwingkörpern bzw. indirekt gekoppelt sind. Somit werden auch Kräfte und Momente untereinander übertragen. Die Ausgestaltung der Schwingkörper kann dabei stab- oder röhrenförmig sein, es kann sich auch um z.B. mit entsprechenden Federn verbundenen Kugeln handeln oder um rechteckförmige Gebilde. Die Schwingkörper können aus gleichem oder unterschiedlichem Material stammen, z.B. Metall oder Plastik. Wesentlich sind die für die Schwingung relevanten physikalischen Größen wie Steifigkeit und Masse. Bezüglich der Schwingfrequenz und der Amplitude ist natürlich

weiterhin die Länge relevant. Die Abstimmung der Längen sollte natürlich so sein, dass sich die Schwingungen nicht gegenseitig behindern.

5 Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass mindestens die Ausgestaltung der drei Schwingkörper, deren Verbindungen untereinander und des Einspannbereichs und deren Abstimmung aufeinander derartig bestimmbar und/oder berechenbar sind, dass mindestens die durch die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit auf den Prozessanschluss wirkenden Reaktionskräfte und Reaktionsmomente möglichst Null sind. Die  
10 Schwingkörper der mechanisch schwingfähigen Einheit und die Wahl des Einspannbereichs lassen sich durch entsprechende Berechnungen oder durch Versuche aufeinander abstimmen. Die Wahl des Einspannbereichs, also an welchem Bereich ein Schwingelement mit dem Prozessanschluss verbunden wird, ist deshalb relevant, weil dieses Schwingelement ebenfalls schwingt, d.h.  
15 es gibt Bereiche dieses Schwingelements, die ständig in Bewegung sind und die von daher nicht zur Verbindung mit dem Prozessanschluss dienen können, insofern der Einspannbereich in Ruhe bleiben soll. Durch die Verwendung von drei schwingfähigen Körpern ergibt sich eine Erhöhung der Freiheitsgrade, so dass eine Ausbalancierung der Kräfte und Momente sehr gut möglich ist.  
20 Vorteilhafterweise wird das eine Schwingelement dort mit dem Prozessanschluss verbunden, wo das Element gerade einen Schwingungsknoten aufweist, ein Bereich also, der sich während der Schwingungen nicht bewegt. Diese Ausgestaltung hat somit den Vorteil, dass die Schwingungen sich nicht auf den Behälter auswirken.

25 Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass es sich bei den drei Schwingkörpern um einen Langstab mit einer Länge  $L$ , einer Masse  $M$  und einer Steifigkeit  $\theta$ , um einen ersten Kurzstab mit einer Länge  $L_1$ , einer Masse  $M_1$  und einer Steifigkeit  $\theta_1$  und um einen zweiten Kurzstab mit einer Länge  
30  $L_2$ , einer Masse  $M_2$  und einer Steifigkeit  $\theta_2$  aufweist, dass der erste Kurzstab mit einem dem Prozess zugewandten Endbereich an einem dem Prozess

zugewandten Endbereich des Langstabs mit dem Langstab verbunden ist, dass der zweite Kurzstab mit einem vom Prozess abgewandten Endbereich an einem vom Prozess abgewandten Endbereich des Langstabs mit dem Langstab verbunden ist, und dass der Langstab mindestens an einem

5 Einspannbereich mit dem Prozessanschluss verbunden ist. Die Grundidee ist also, dass ein Einstab benutzt wird, der sich aus einem Langstab und zwei Kurzstäben zusammensetzt, wobei alle drei Einheiten schwingen können. Eine solche stab- oder rohrförmige Ausgestaltung vereinfacht die Berechnung der Momente und Kräfte und macht somit die konkrete Ausformung

10 übersichtlicher. Die Verbindung der Kurzstäbe mit dem Langstab kann dabei direkt z.B. durch das Einschrauben der Kurzstäbe in eine entsprechend ausgestaltete Aussparung des Langstabs oder indirekt z.B. über ein federndes Element erfolgen. Die Verbindung kann weiterhin direkt am Abschluss des jeweiligen Endbereichs erfolgen oder an einem seitlichen Abschnitt davon. Es

15 kann auch ein Kurzstab leicht über den Langstab hinausreichen. Weitere Ausgestaltungen sind möglich.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass beide Kurzstäbe im Wesentlichen gleiche Länge, im Wesentlichen gleiche Masse bzw. um ihren

20 Drehpunkt im Wesentlichen gleiches Massenträgheitsmoment und im Wesentlichen gleiche Steifigkeit aufweisen. Dies ist die einfachste Ausgestaltung, mit der die beiden Kurzstäbe gegensinnig schwingen und sich gerade kompensieren können.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung beinhaltet, dass der erste und/oder der zweite Kurzstab mindestens eine Nut/Verjüngung aufweist, die mindestens die

25 Schwingfrequenz der mechanisch schwingfähigen Einheit bestimmt. Eine solche Nut/Verjüngung wirkt sich auf die Drehsteifigkeit des entsprechenden Kurzstabs aus und erlaubt somit eine Einstellung der Resonanzfrequenz, die

30 davon abhängig ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass der Langstab mindestens den ersten Kurzstab coaxial umgibt. Somit tritt zumindest nur der Langstab in Kontakt mit dem Medium und der erste Kurzstab schwingt stets mit den gleichen physikalischen Gegebenheiten. Diese Schwingung des ersten Kurzstabs wird somit auch nicht von Ansatz oder Korrosion des Langstabs beeinflusst. Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass der Langstab beide Kurzstäbe coaxial umgibt. Eine solche mechanisch schwingfähige Einheit ist somit optimal in sich und gegenüber der Umwelt abgeschlossen und es kann auch kein Medium eindringen. Nach außen zeigt sich also nur eine schwingende Einheit. Die Ausgestaltung als Langstab oder vielmehr als Langrohr hat dabei den Vorteil, dass die durch das Material wirkenden Kräfte in den meisten Fällen – bis auf besondere Ausnahmen bei z.B. sehr starker Belastung – nicht zu einer Verformung führen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung beinhaltet, dass es sich bei dem Prozessanschluss um eine Röhre handelt, an welcher mindestens im Einspannbereich der Langstab befestigt ist. Der große Vorteil liegt darin, dass zumindest der vom Prozess abgewandte Abschnitt des Langstabs zwar schwingen kann, jedoch beispielsweise vor Ansatz, Korrosion oder allgemein vor dem Medium und den im Behälter herrschenden Prozessbedingungen geschützt ist. Weiterhin verkürzt sich somit der Bereich, der direkt im Behälter befindlich ist, der also dort „störend“ wirkt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass sich die Antriebs-/Empfangseinheit zwischen dem dem Prozess zugewandten Endbereich des Langstabs und dem dem Prozess zugewandten Endbereich des ersten Kurzstabs befindet. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass sich die Antriebs-/Empfangseinheit zwischen dem vom Prozess abgewandten Endbereich des Langstabs und dem vom Prozess abgewandten Endbereich des zweiten Kurzstabs befindet. Der eine Kurzstab ist in beiden Ausgestaltungen also mit der Schwingungserregung-, bzw. –detektion

verbunden und der jeweils andere Kurzstab dient als Kompensationsmasse oder –schwinger.

Eine Ausgestaltung beinhaltet, dass in der Antriebs-/Empfangseinheit  
5 mindestens ein piezo-elektrisches Element vorgesehen ist. Dies ist ein in der Vibronik übliche Ausgestaltung einer Antriebs-/Empfangseinheit.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht vor, dass das piezo-elektrisches Element  
10 in der Antriebs-/Empfangseinheit aus mindestens zwei Segmenten besteht, die in einander entgegengesetzter Richtung polarisiert sind, wobei die Polarisationsrichtungen parallel zu einer Rotationsachse der mechanisch schwingfähigen Einheit liegen. Ein solches Element hat den Vorteil, dass direkt ein Kippmoment erzeugt wird, da ein Segment durch eine anliegende Spannung gestaucht und das andere Segment gestreckt wird.

15 Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Zeichnungen näher erläutert.  
Es zeigt:

Fig. 1: den prinzipiellen Aufbau der mechanisch schwingfähigen Einheit,

20 Fig. 2: eine detailliertere Darstellung der mechanisch schwingfähigen Einheit mit der Piezoeinheit in Richtung des Prozesses, und

Fig. 3: eine Ausgestaltung, in der sich die Piezoeinheit in der vom Prozess  
25 abgewandten Seite befindet.

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der mechanisch schwingfähigen Einheit 1. Der Langstab 10 ist hier so ausgestaltet, dass er die beiden Kurzstäbe 11, 12 koaxial umgibt. Der erste Kurzstab 11 ist mit seinem dem Prozess zugewandten Endbereich 11.1 mit dem dem Prozess zugewandten Endbereich 10.1 des Langstabs 10 verbunden. Am vom Prozess  
30

abgewandten Endbereich 10.2 des Langstabs 10 ist der Langstab mit dem zweiten Kurzstab 12 mit seinem vom Prozess abgewandten Endbereich 12.2 verbunden. Im Einspannbereich 10.3 wird der Langstab 10 mit dem Prozessanschluss 2 verbunden. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Muffe handeln, die in eine Öffnung des Behälters (nicht dargestellt) eingeschraubt wird. Durch die koaxiale Ausgestaltung kommt nur der Langstab 10 in Kontakt mit dem Medium (nicht dargestellt). So sind auch bei Ansatz des Mediums am Langstab 10 die beiden Kurzstäbe 11, 12 immer noch in der Lage, gegensinnige Schwingungen auszuführen und zu verhindern, dass Kräfte oder Momente auf die Einspannung wirken.

In Fig. 2 findet sich eine detailliertere Ausgestaltung der mechanisch schwingfähigen Einheit 1. Die Antriebs-/Empfangseinheit 5 befindet sich in Richtung des Prozesses zwischen dem dem Prozess zugewandten Endbereich 11.1 des ersten Kurzstabes 11 und dem entsprechenden Endbereich 10.1 des Langstabs 10. Schematisch ist die Antriebs-/Empfangseinheit 5 hier als piezo-elektrisches Element dargestellt, welches über mindestens zwei Segmente mit einander entgegengesetzter Polarisierung verfügt. Diese Polarisierungen sind parallel zu einer Rotationsachse 16 der schwingfähigen Einheit 1. Eine solche Ausgestaltung hat den Vorteil, dass sich bei Anlegen einer Spannung an dieses piezo-elektrische Element ein Segment zusammenzieht, während sich das andere ausdehnt. Somit wird direkt eine Kippbewegung erzeugt. Der Langstab 10 wird am Einspannbereich 10.3 mit dem Prozessanschluss 2 verbunden. Dieser Anschluss 2 ist mit einem Abschlussstück 3 verbunden, so dass kein Material in den Innenbereich der mechanisch schwingfähigen Einheit 1 eindringen kann. In der Abbildung ist auch gut zu erkennen, dass nur der Bereich zwischen dem Einspannbereich 10.3 und dem dem Prozess zugewandten Endbereich 10.1 des Langstabs 10 mit dem Prozess in Verbindung treten kann, während jedoch die gesamte Länge des Langstabs 10 schwingfähig ist.



In Fig. 3 findet sich eine zur Fig. 2 entsprechende Ausgestaltung, in welcher sich die Antriebs-/Empfangseinheit 5 zwischen dem vom Prozess abgewandten Endbereich 12.2 des zweiten Kurzstabs 12 und dem entsprechenden Endbereich 10.2 des Langstabs 10 befindet.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Mechanisch schwingfähige Einheit
- 2 Prozessanschluss
- 3 Abschlussstück
- 5 Antriebs-/Empfangseinheit
- 10 Langstab
  - 10.1 Dem Prozess zugewandter Endbereich
  - 10.2 Vom Prozess abgewandter Endbereich
  - 10.3 Einspannbereich
- 11 Erster Kurzstab
  - 11.1 Dem Prozess zugewandter Endbereich
- 12 Zweiter Kurzstab
  - 12.2 Vom Prozess abgewandter Endbereich
- 15 Nut/Verjüngung
- 16 Rotationsachse

**Patentansprüche**

1. Feldgerät zur Bestimmung und/oder Überwachung mindestens einer Prozessgröße eines Mediums in einem Behälter,

5 mit mindestens einer mechanisch schwingfähigen Einheit (1),  
wobei die mechanisch schwingfähige Einheit (1) über einen Prozessanschluss (2) mit dem Behälter verbunden ist,  
und

10 mit mindestens einer Antriebs-/Empfangseinheit (5),  
wobei die Antriebs-/Empfangseinheit (5) die mechanisch schwingfähige Einheit (1) zu Schwingungen anregt, bzw. wobei die Antriebs-/Empfangseinheit (5) die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) detektiert,

**dadurch gekennzeichnet,**

15 dass die mechanisch schwingfähige Einheit (1) mindestens drei Schwingkörper (10, 11, 12) aufweist,  
dass mindestens ein Schwingkörper (10) an einem Einspannbereich (10.3) mit dem Prozessanschluss (2) verbunden ist,  
dass die drei Schwingkörper (10, 11, 12) Schwingungen ausführen, die die  
20 Antriebs-/Empfangseinheit (5) erzeugt bzw. detektiert,  
und

dass die drei Schwingkörper (10, 11, 12) derartig ausgestaltet und miteinander verbunden sind und dass der Einspannbereich (10.3) derartig gewählt ist,  
dass eine näherungsweise definierte Übertragung von Reaktionskräften und  
25 Reaktionsmomenten zwischen der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) und dem Prozessanschluss (2) stattfindet.

2. Feldgerät nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

30 dass mindestens die Ausgestaltung der drei Schwingkörper (10, 11, 12), deren Verbindungen untereinander und des Einspannbereichs (10.3) und deren

Abstimmung aufeinander derartig bestimmbar und/oder berechenbar sind, dass mindestens die durch die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) auf den Prozessanschluss (2) wirkenden Reaktionskräfte und Reaktionsmomente möglichst Null sind.

5

3. Feldgerät nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**

10 dass es sich bei den drei Schwingkörpern (10, 11, 12) um einen Langstab (10) mit einer Länge (L), einer Masse (M) und einer Steifigkeit ( $\theta$ ), um einen ersten Kurzstab (11) mit einer Länge (L1), einer Masse (M1) und einer Steifigkeit ( $\theta_1$ ) und um einen zweiten Kurzstab (12) mit einer Länge (L2), einer Masse (M2) und einer Steifigkeit ( $\theta_2$ ) aufweist,

15 dass der erste Kurzstab (11) mit einem dem Prozess zugewandten Endbereich (11.1) an einem dem Prozess zugewandten Endbereich des Langstabs (10.1) mit dem Langstab (10) verbunden ist,

dass der zweite Kurzstab (12) mit einem vom Prozess abgewandten Endbereich (12.2) an einem vom Prozess abgewandten Endbereich des Langstabs (10.2) mit dem Langstab (10) verbunden ist,  
und

20 dass der Langstab (10) mindestens an einem Einspannbereich (10.3) mit dem Prozessanschluss (2) verbunden ist.

4. Feldgerät nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**

25 dass beide Kurzstäbe (11, 12) im Wesentlichen gleiche Länge, im Wesentlichen gleiche Masse bzw. um ihren Drehpunkt im Wesentlichen gleiches Massenträgheitsmoment und im Wesentlichen gleiche Steifigkeit aufweisen.

30 5. Feldgerät nach Anspruch 3 oder 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass der erste (11) und/oder der zweite Kurzstab (12) mindestens eine Nut/Verjüngung (15) aufweist, die mindestens die Schwingfrequenz der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) bestimmt.

5 6. Feldgerät nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Langstab (10) mindestens den ersten Kurzstab (11) coaxial umgibt.

10 7. Feldgerät nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Langstab (10) beide Kurzstäbe (11, 12) coaxial umgibt.

15 8. Feldgerät nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass es sich bei dem Prozessanschluss (2) um eine Röhre handelt, an welcher mindestens im Einspannbereich (10.3) der Langstab (10) befestigt ist.

20 9. Feldgerät nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass sich die Antriebs-/Empfangseinheit (5) zwischen dem dem Prozess zugewandten Endbereich (10.1) des Langstabs (10) und dem dem Prozess zugewandten Endbereich (11.1) des ersten Kurzstabs (11) befindet.

25 10. Feldgerät nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass sich die Antriebs-/Empfangseinheit (5) zwischen dem vom Prozess abgewandten Endbereich (10.2) des Langstabs (10) und dem vom Prozess abgewandten Endbereich (12.2) des zweiten Kurzstabs (12) befindet.

30 11. Feldgerät nach Anspruch 1, 3, 9 oder 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass in der Antriebs-/Empfangseinheit (5) mindestens ein piezo-elektrisches Element vorgesehen ist

12. Feldgerät nach Anspruch 11,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass das piezo-elektrisches Element in der Antriebs-/Empfangseinheit (5) aus mindestens zwei Segmenten besteht, die in einander entgegengesetzter Richtung polarisiert sind, wobei die Polarisationsrichtungen parallel zu einer Rotationsachse (16) der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) liegen.

10

Fig. 1

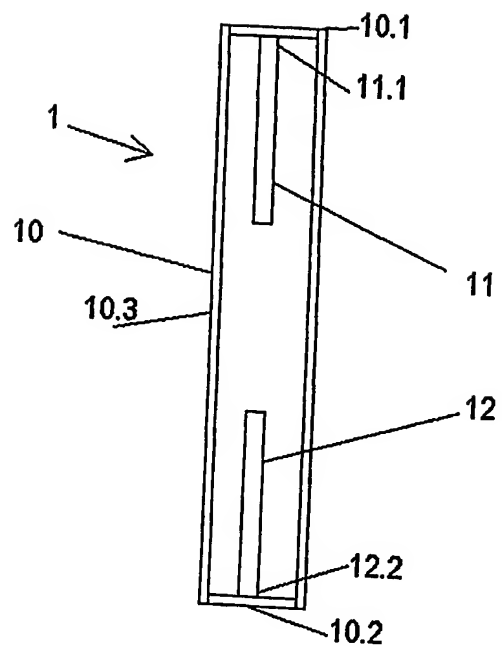


Fig. 2

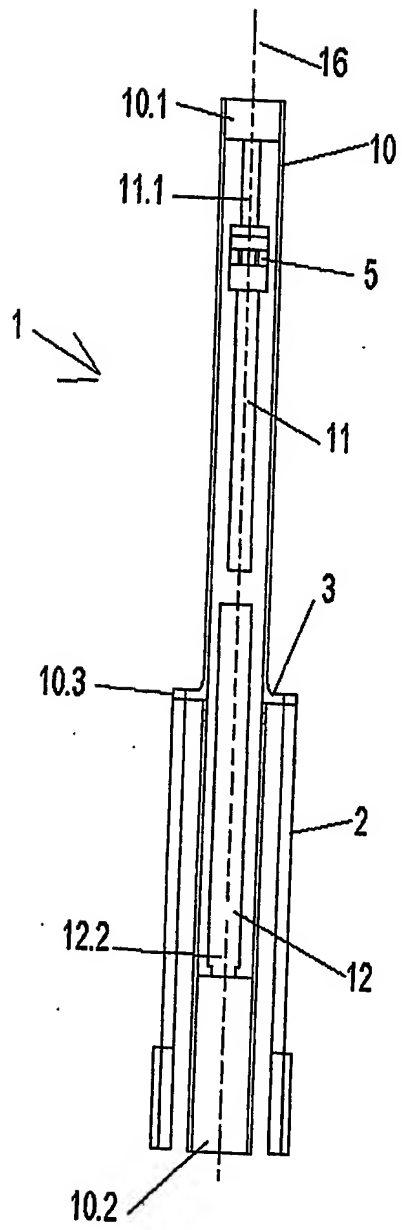
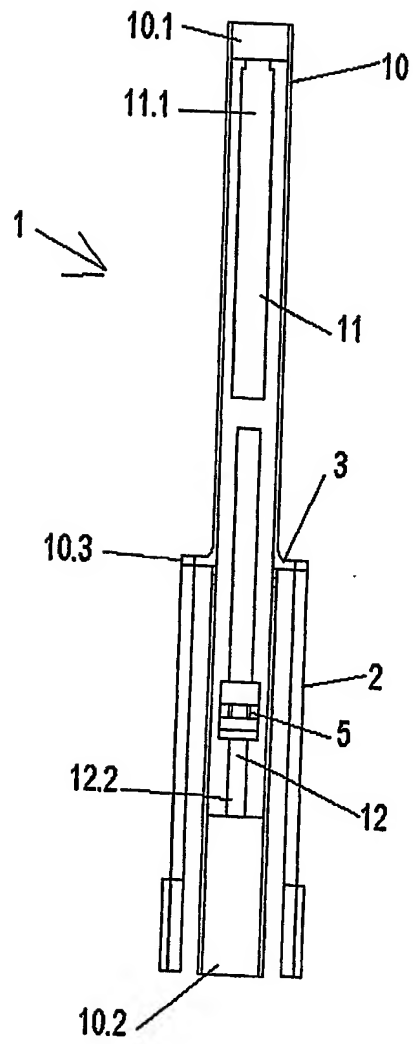




Fig. 3



### Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Feldgerät zur Bestimmung und/oder Überwachung mindestens einer Prozessgröße eines Mediums in einem Behälter, mit mindestens einer mechanisch schwingfähigen Einheit (1), wobei die mechanisch schwingfähige Einheit (1) über einen Prozessanschluss (2) mit dem Behälter verbunden ist, und mit mindestens einer Antriebs-/Empfangseinheit (5), wobei die Antriebs-/Empfangseinheit (5) die mechanisch schwingfähige Einheit (1) zu Schwingungen anregt, bzw. wobei die Antriebs-/Empfangseinheit (5) die Schwingungen der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) detektiert. Die Erfindung beinhaltet, dass die mechanisch schwingfähige Einheit (1) mindestens drei Schwingkörper (10, 11, 12) aufweist, dass mindestens ein Schwingkörper (10) an einem Einspannbereich (10.3) mit dem Prozessanschluss (2) verbunden ist, dass die drei Schwingkörper (10, 11, 12) Schwingungen ausführen, die die Antriebs-/Empfangseinheit (5) erzeugt bzw. detektiert, und dass die drei Schwingkörper (10, 11, 12) derartig ausgestaltet und miteinander verbunden sind und dass der Einspannbereich (10.3) derartig gewählt ist, dass eine näherungsweise definierte Übertragung von Reaktionskräften und Reaktionsmomenten zwischen der mechanisch schwingfähigen Einheit (1) und dem Prozessanschluss (2) stattfindet.

(Fig. 1)